

Lidar-Messungen von extremen Schwerewellen an der Südspitze Südamerikas

Natalie Kaifler, Bernd Kaifler, Andreas Dörnbrack, Markus Rapp

Institut für Physik der Atmosphäre, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen

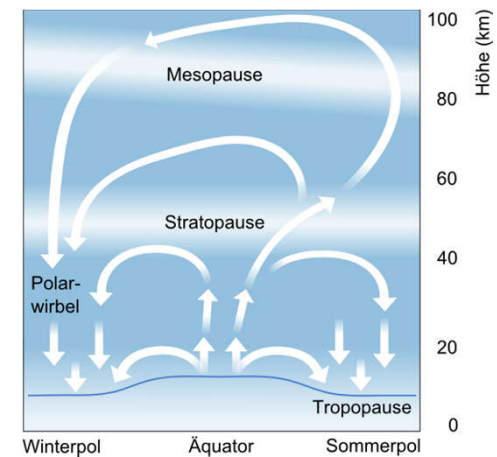
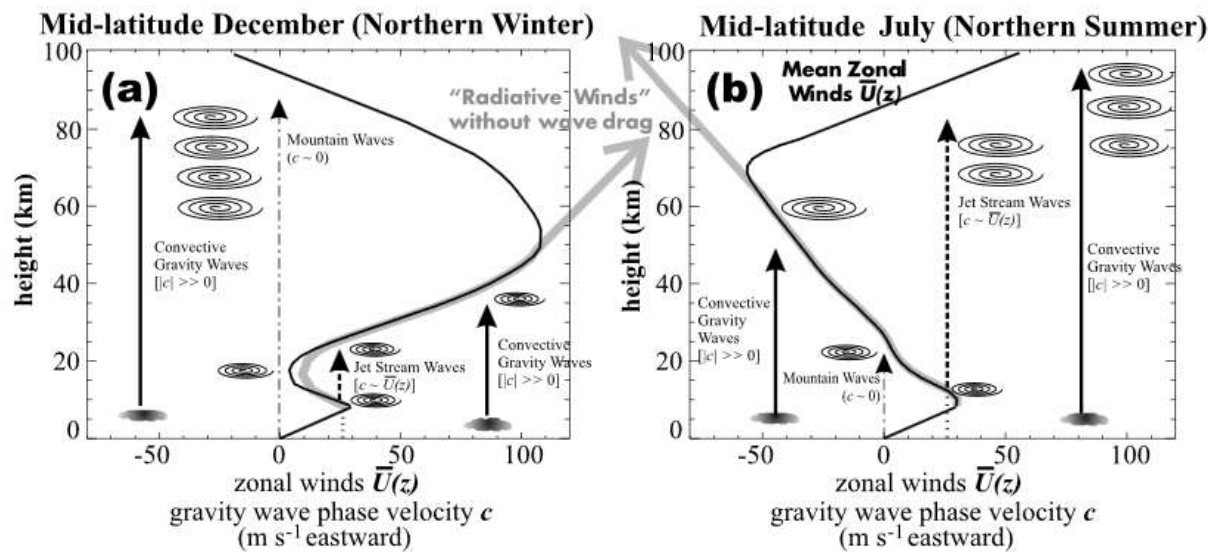
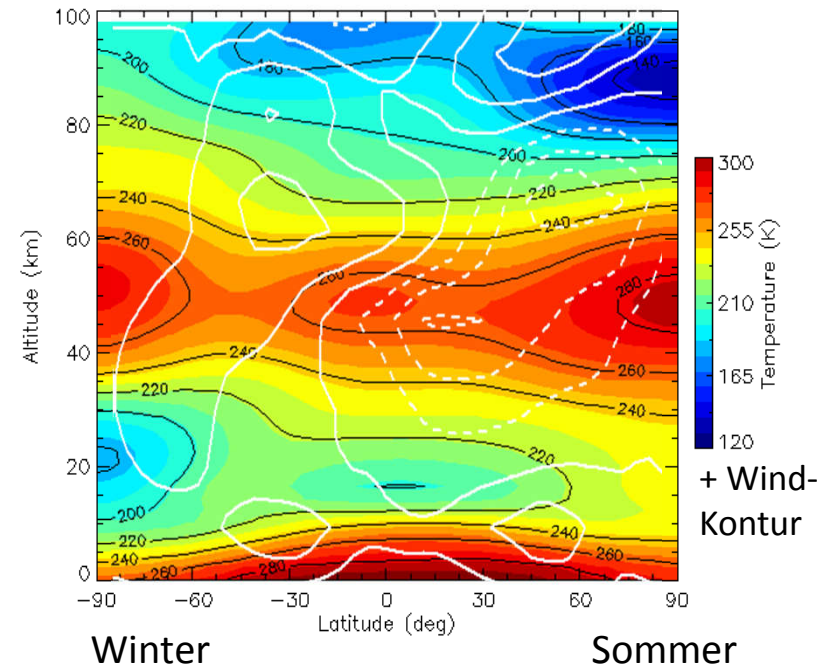
DPG-Frühjahrstagung

19. März 2019, München



Motivation: Schwerewellen...

- .. haben Einfluß auf Struktur und Variabilität der Atmosphäre
- .. transportieren Energie und Impuls durch die gesamte Atmosphäre
- .. bestimmen die groß-skalige Zirkulation
- .. induzieren Instabilitäten und Turbulenz

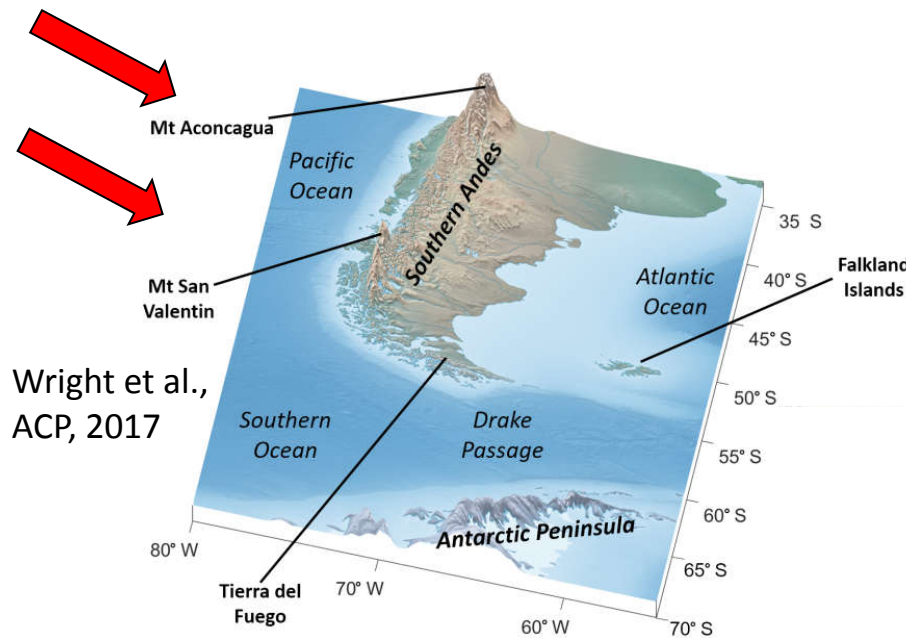


Kim et al., 2003



Mountain waves

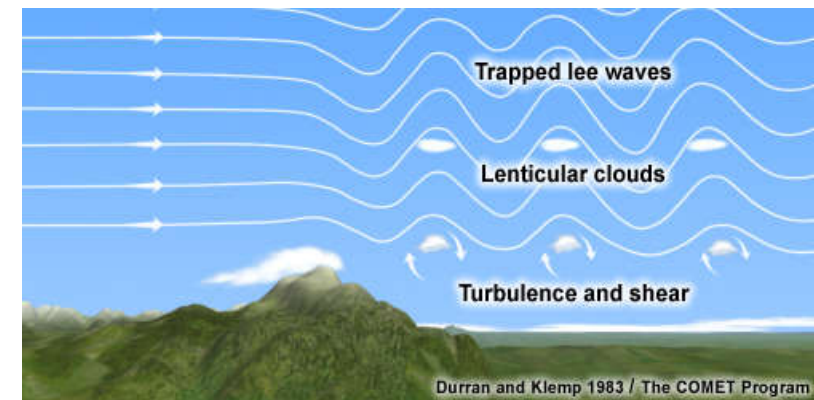
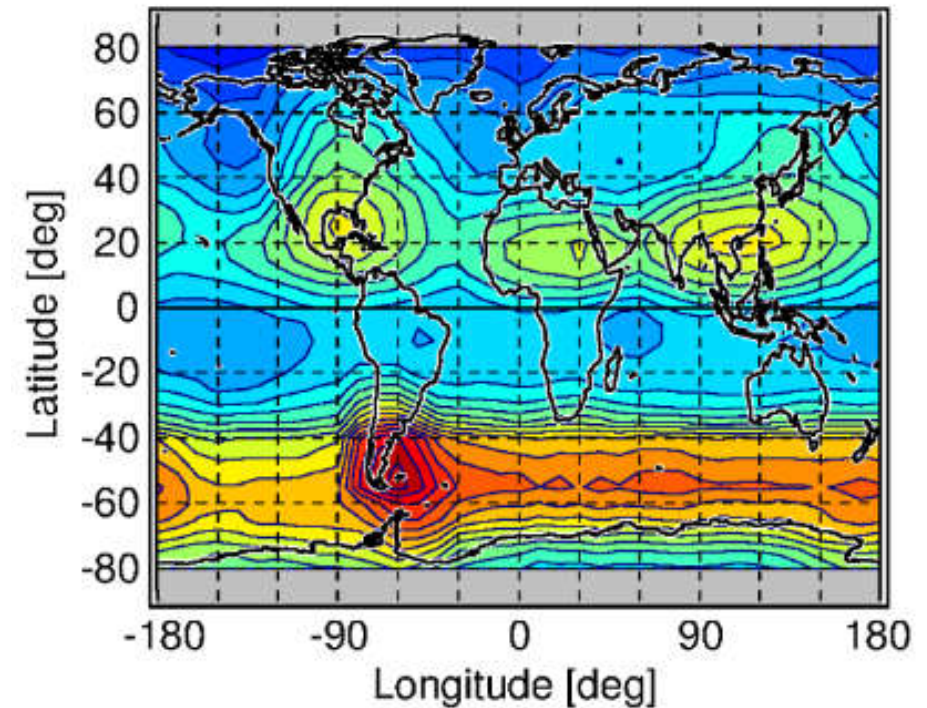
- Starke Winde treffen auf Bergketten
- Gemessen in Temperatur, Wind, Radianz
- Stärkste Wellen im Winter in Südamerika / Antarktische Halbinsel



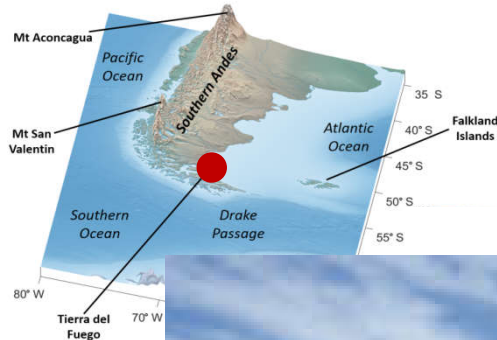
SABER, Juli,
aus Ern et al
ESSD, 2018

GW absolute momentum flux [mPa]

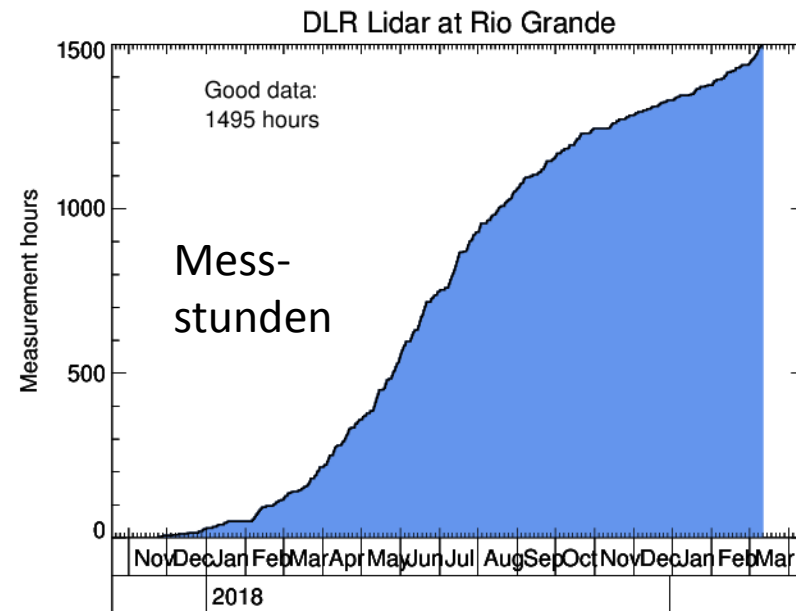
0.1 0.3 1 3 10



CORAL – Rayleigh-Lidar für die mittlere Atmosphäre

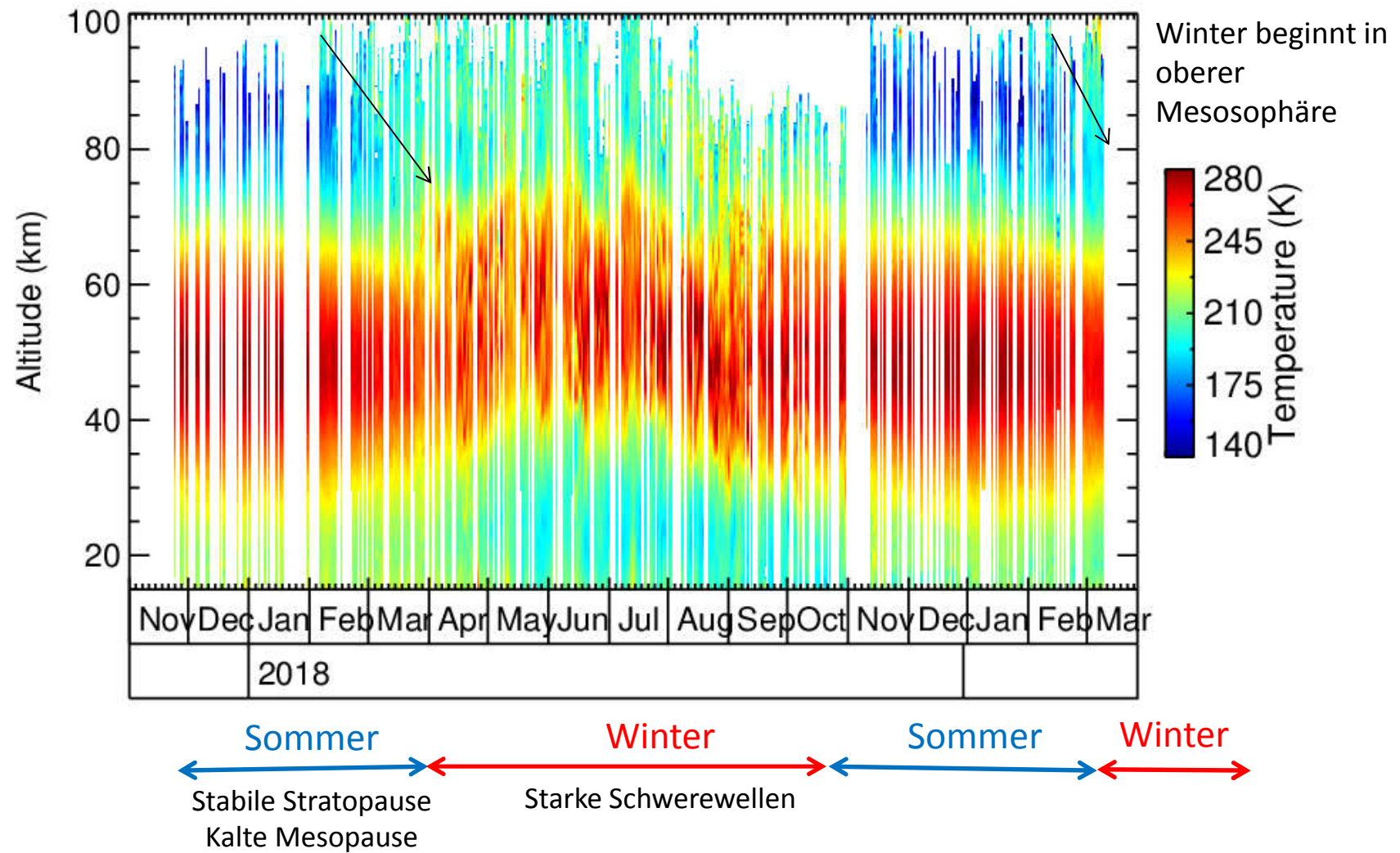


- Hochaufgelöste Temperaturmessungen in 10-100 km
- Erstes automatisches Lidar
- seit November 2017 in Rio Grande, Argentinien, ~ 1500 Meßstunden

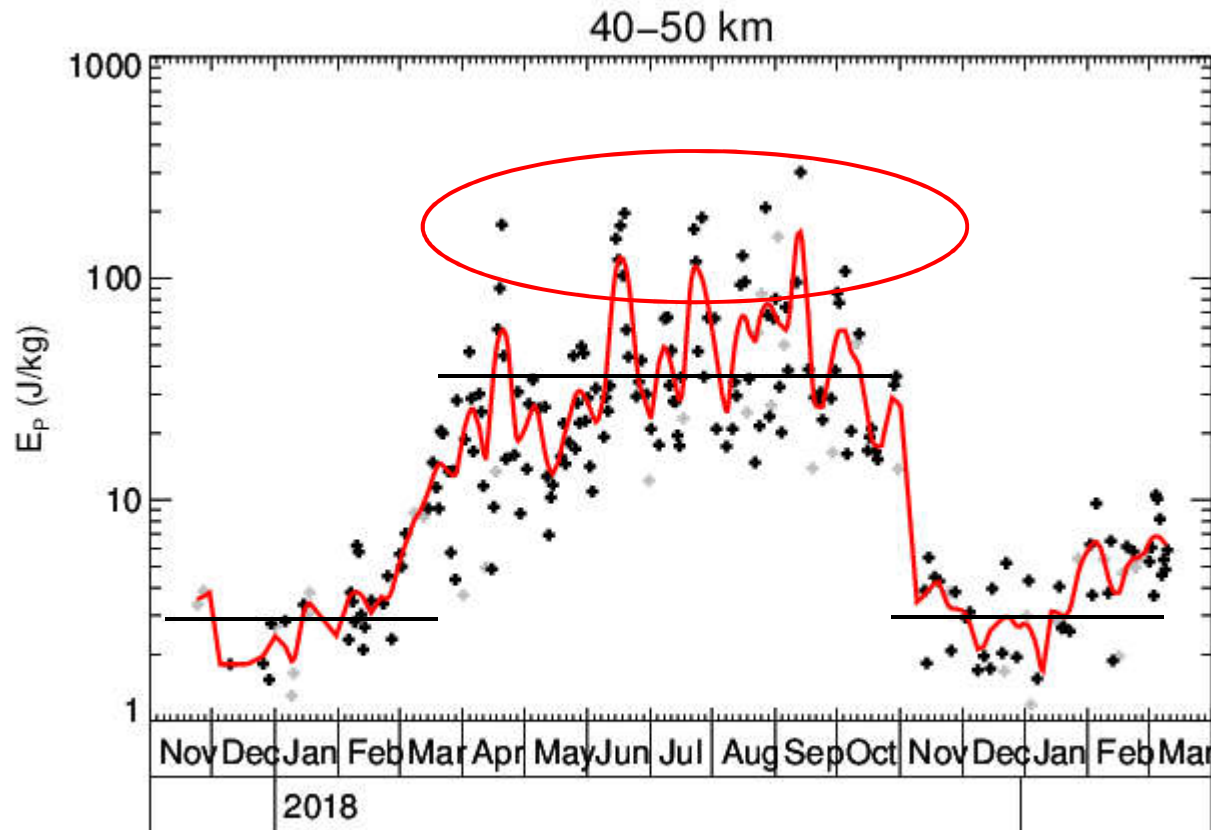


Thermische Struktur, Rio Grande, 54°S

Neuer Laser
14 W



Schwerewellenaktivität über Rio Grande, Argentinien



BK northwave_gwped.pro 26 Jan 2019 data version 8 T20Z900

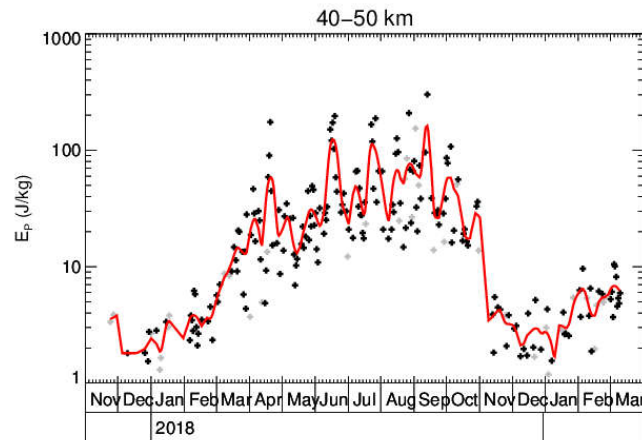
- Potentielle Energiedichte von Schwerewellen

$$E_p = \frac{1}{2} \left(\frac{g^2}{N^2} \right) \left(\frac{T'}{T_0} \right)^2,$$

- Niedrig im Sommer (2-3 J/kg)
- Hoch im Winter (40 J/kg)
- Extremereignisse im Winter (200-300 J/kg)
- Hohe Intermittenz

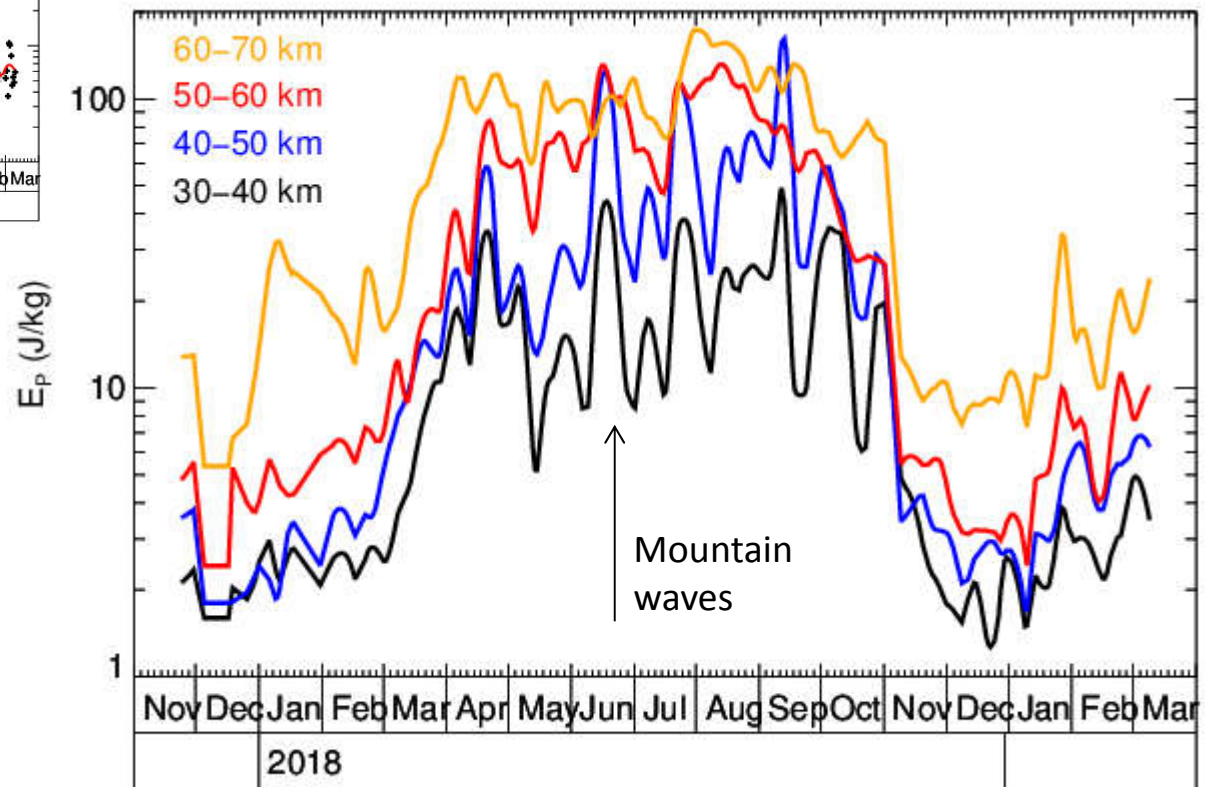


Vertikale Propagation über Rio Grande, Argentinien



BK northwave_gaped.pro 26 Jan 2019 data version 8 T202900

- Stärkste Effekte nicht in der Mesosphäre
- Stärkste Schwerewellen brechen in der oberen Stratosphäre

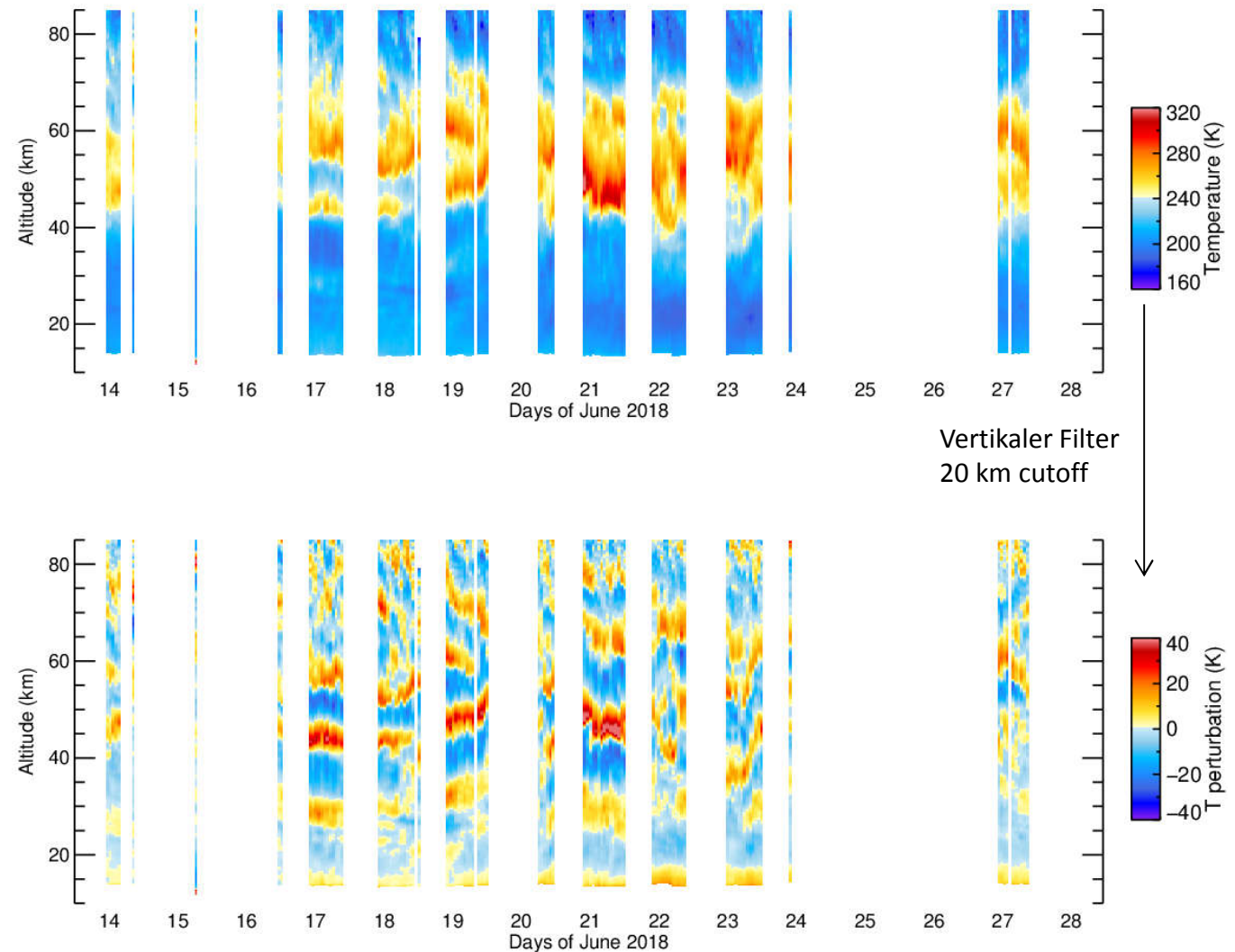


Extremes Schwerewellen-Ereignis im Juni 2018

- Stark gestörte Stratosphäre
- Höchste je gemessen Störungsamplitude:

80 K

- Lange Dauer von mehreren Tagen

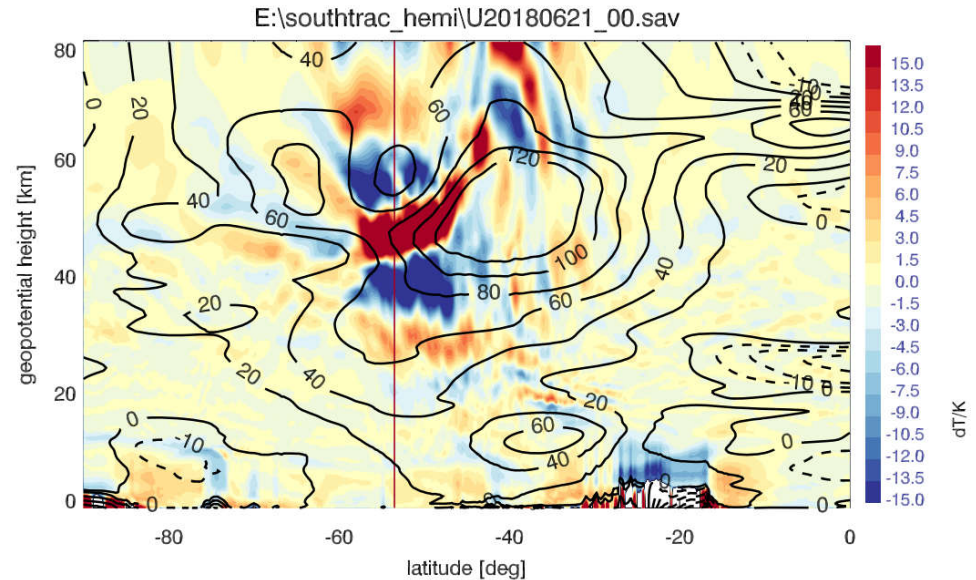


Kaifler et al., in
Vorbereitung für GRL

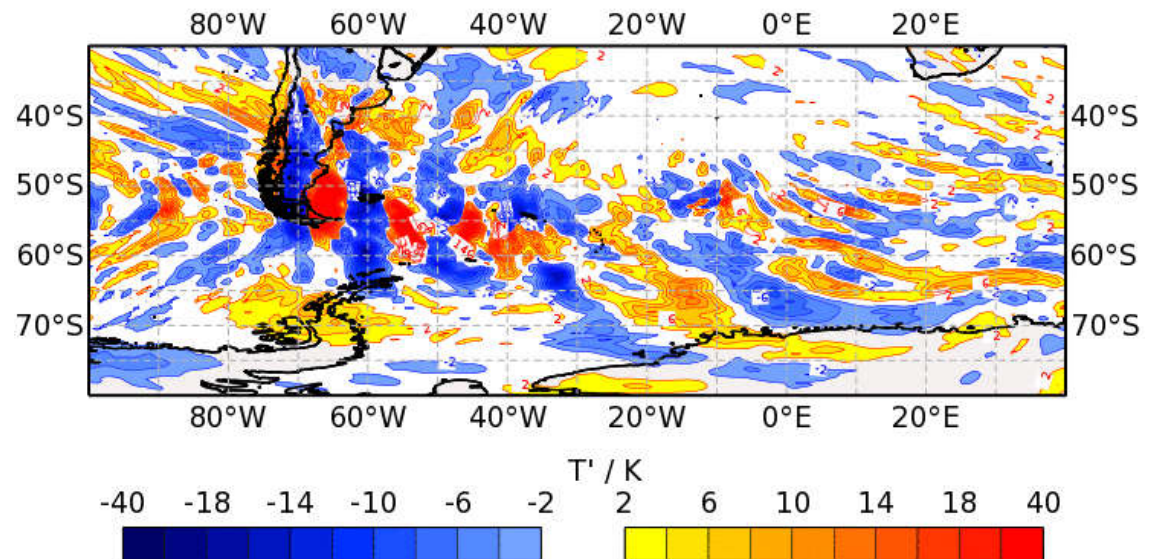


Leben im Rand des Polarwirbels

- Hervorragende Übereinstimmung mit ECMWF Integrated Forecast System
- Erzeugung und Ausbreitung im Rand des Polarwirbels
- Störung der stratosphärischen Zirkulation mehrere 1000 km ostwärts

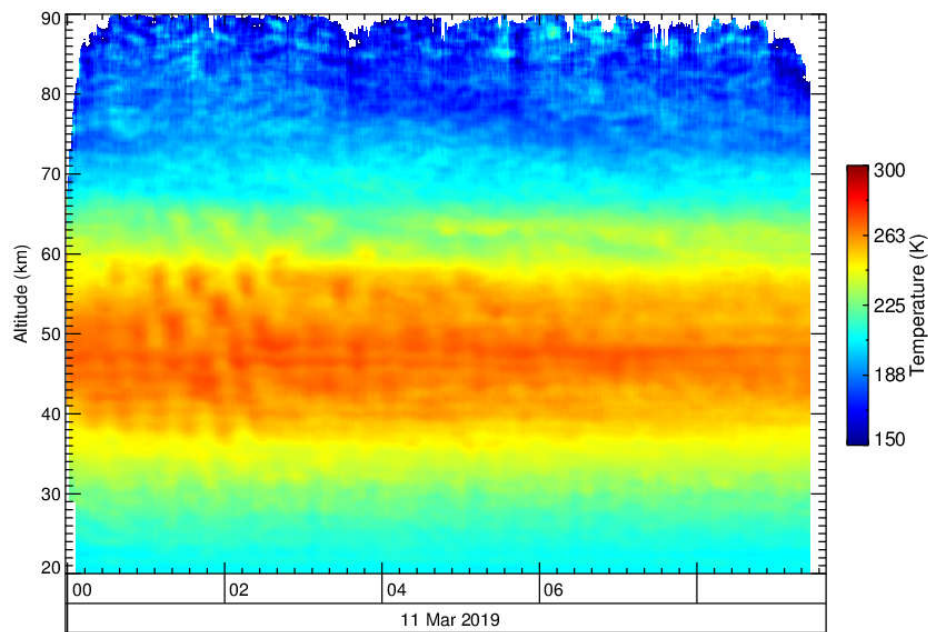


Temperature Perturbations (K) at 1 hPa
Valid: 20180621 02 UTC



Dynamik von Schwerewellen – ein aktuelles Beispiel

- Ende des Sommers

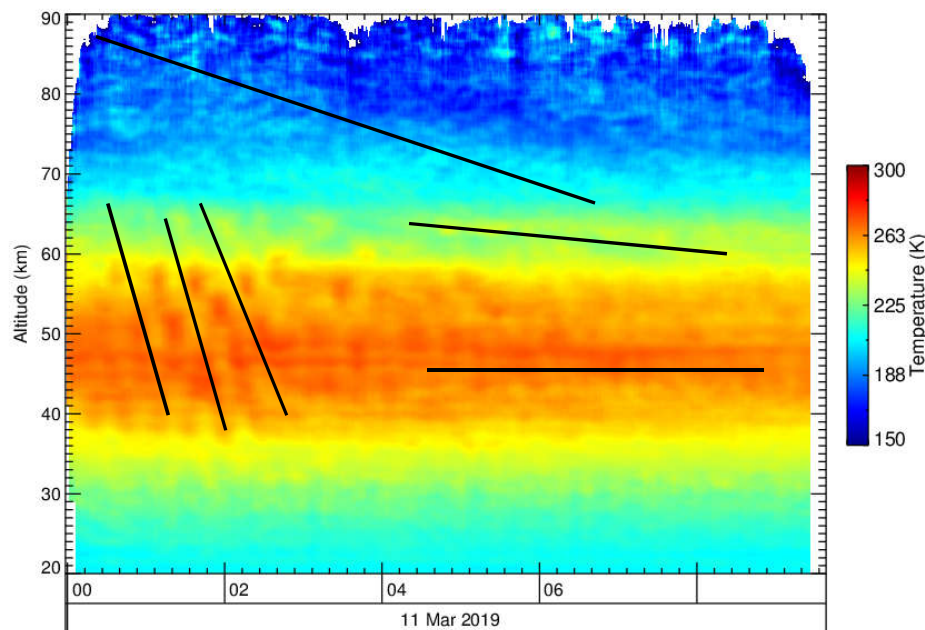


10 h -Temperaturmessung



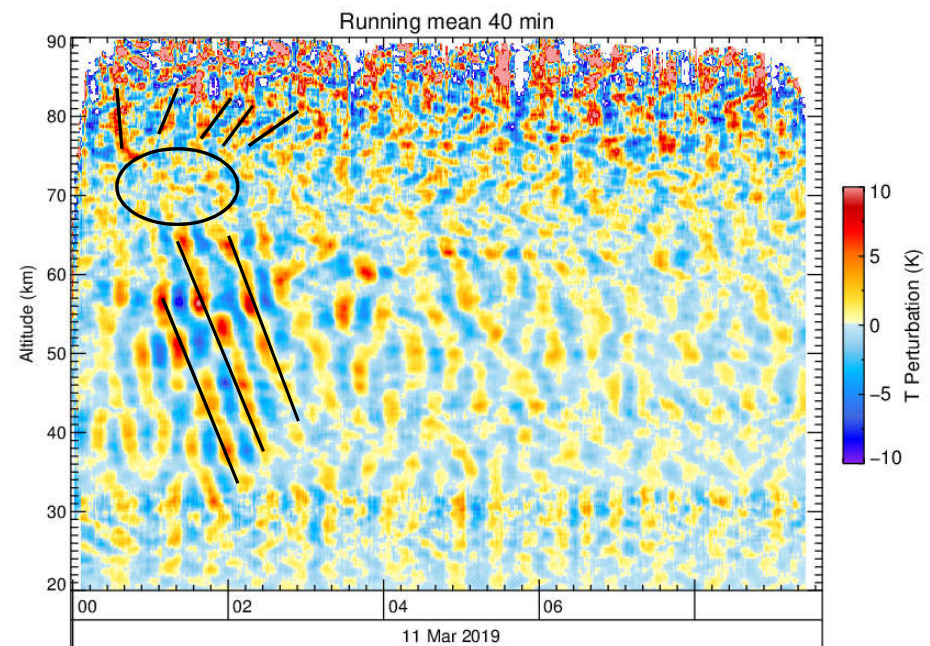
Brechen von propagierenden Wellen in der Mesosphäre

- Ende des Sommers – oder Anfang des Winters?



Temperatur

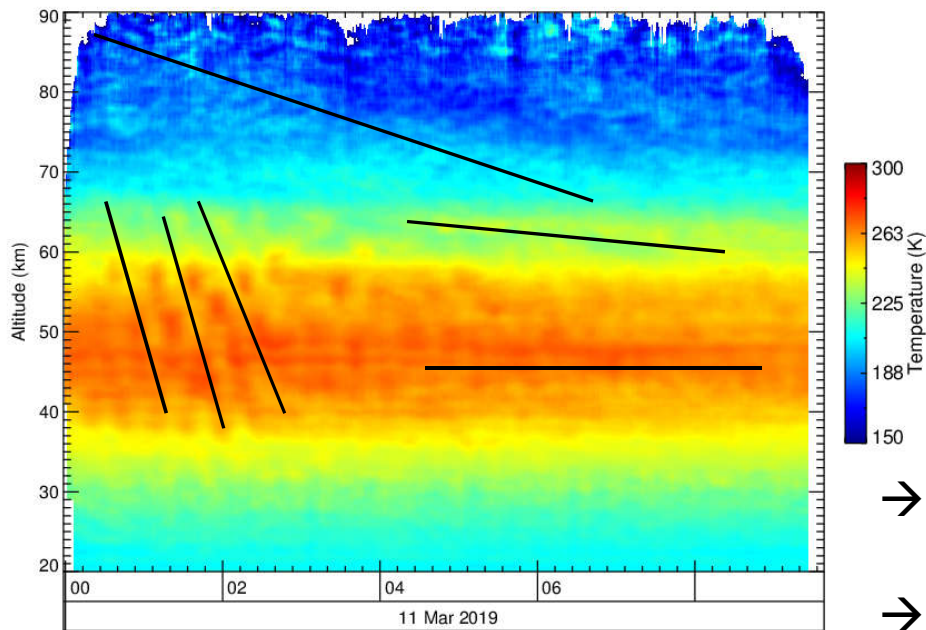
Filter



Temperaturstörungen
→ primäre und sekundäre
Schwerewellen



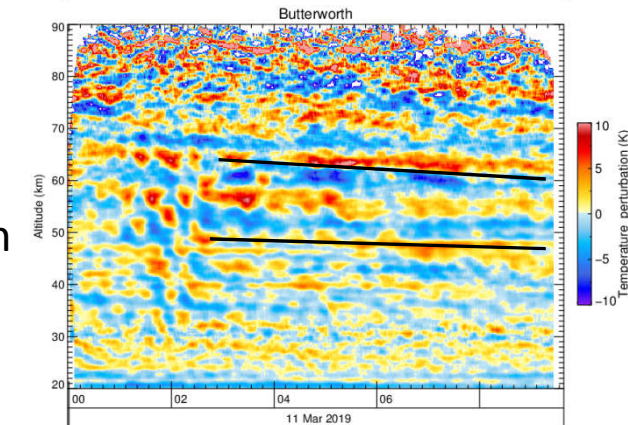
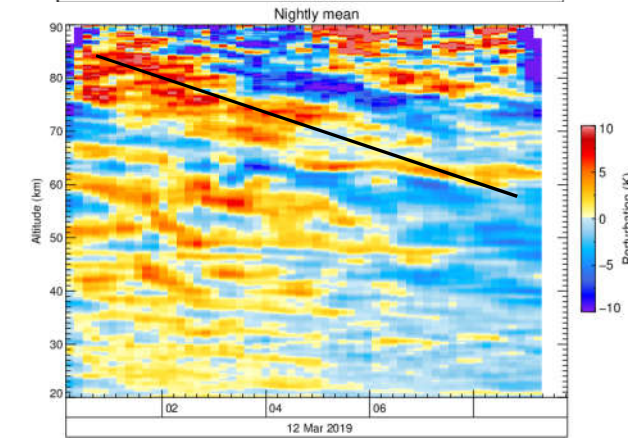
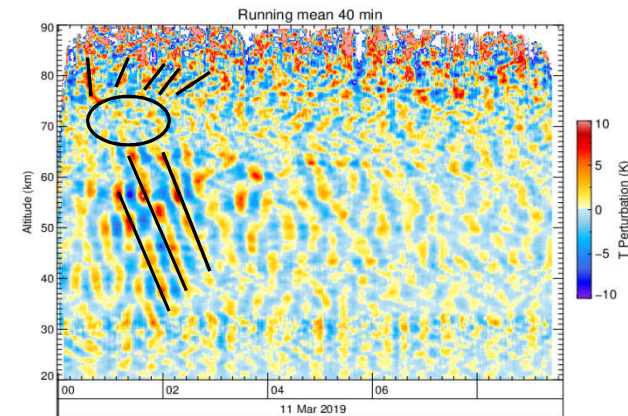
Vielfältige Wechselwirkungen



Temperatur

- Schwerkwellen
- Gezeiten
- Mountain waves

Filter



Zusammenfassung

- Schwerewellen spielen eine zentrale Rolle für Struktur und Variabilität der Atmosphäre
- Sind oft unzureichend in globalen Zirkulationsmodellen abgebildet
- Die stärksten Wellen treten im Winter in einer kleinen Anzahl von „Hotspots“ auf - seltene, extreme Ereignisse dominieren vielleicht die Statistik!
- Lidar-Instrumente sind ideal geeignet für lokale, hochauflösende Beobachtungen zur
 - Erfassung von Statistik
 - Beobachtung einzelner Ereignisse
 - Verständnis dynamischer Prozesse
- Upcoming: SouthTRAC im September 2019 → HALO-Flugmeßkampagne in der Region Südargentinien/Antarktische Halbinsel mit Flugzeuglidar

